

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-243338

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl.

H01J 37/22
G01N 23/04
G01N 23/225
H01J 37/147
H01J 37/26

(21)Application number : 11-043235

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.02.1999

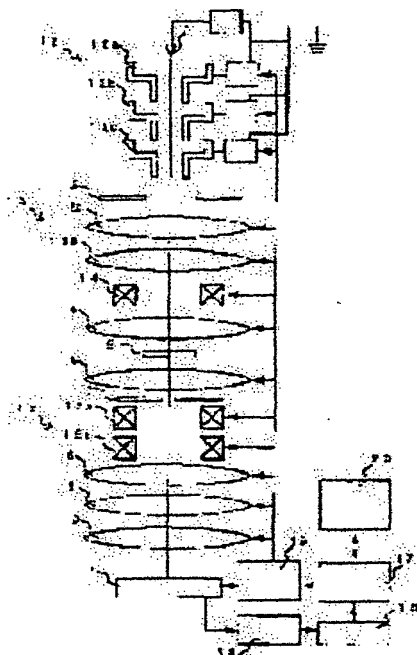
(72)Inventor : NAKAMURA KUNYASU
KAKIBAYASHI HIROSHI

(54) TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE DEVICE AND TRANSMITTED ELECTRON EXAMINATION DEVICE AND EXAMINATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a transmission electron microscope device for automatically detecting a crystal defect and shape abnormality in a sample at a high speed with a high probability in a wide area of the sample and an examination method using this.

SOLUTION: In a transmission electron microscope device composed of an electron beam source, a first stage electrostatic lens 12a, a second stage electrostatic lens 12b, a third stage electrostatic lens 12c, a first stage convergent lens 13a, a second stage convergent lens 13b, an objective front magnetic field lens 4, a deflection coil 14, a first stage projection lens 8, a second stage projection lens 9, a third stage projection lens 10, a first stage shift coil 15a, a second stage shift coil 15b and an image pickup device 11, the electron beam incident direction is plurality changed by the deflection coil 14 to observe the same place. Thus, a detection rate of a crystal defect becomes a high rate. The deflection ratios of the deflection coil 14, the first stage shift coil 15a and the second stage shift coil 15b are linked to correct image offset by the plural electron beam incident directions on the image pickup device 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-243338

(P2000-243338A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
H 0 1 J 37/22	5 0 1	H 0 1 J 37/22	5 0 1 A 2 G 0 0 1
G 0 1 N 23/04		G 0 1 N 23/04	5 C 0 3 3
23/225		23/225	
H 0 1 J 37/147		H 0 1 J 37/147	A
37/26		37/26	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-43235

(22) 出願日 平成11年2月22日(1999.2.22)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 中村 邦康

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 柿林 博司

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100074631

弁理士 高田 幸彦 (外1名)

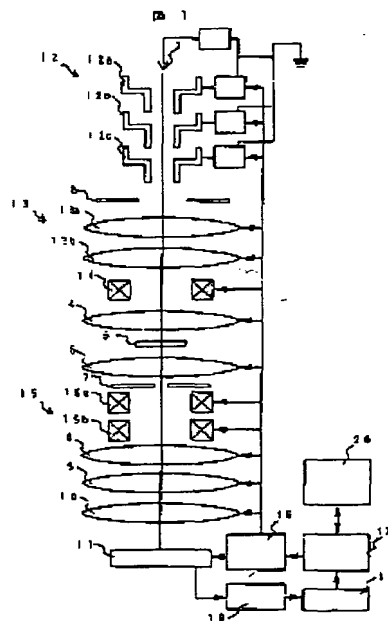
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 透過電子顕微鏡装置および透過電子検査装置並びに検査方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 試料の広領域において試料における結晶欠陥や形状異常を自動で高速かつ高確率で発見する透過電子顕微鏡装置およびそれを用いた検査方法を提供する。

【解決手段】 電子線源1、1段目静電レンズ2a、2段目静電レンズ2b、3段目静電レンズ2c、1段目収束レンズ13a、2段目収束レンズ13b、対物前磁場レンズ4、偏向コイル14、1段目投影レンズ8、2段目投影レンズ9、3段目投影レンズ10、1段目像シフトコイル15a、2段目シフトコイル15b、撮像装置11等から構成される透過電子顕微鏡装置において、偏向コイル14によって電子線入射方向を複数変化させて同一箇所を観察することによって結晶欠陥の発見率を100%にする。また偏向コイル14と1段目像シフトコイル15a及び2段目シフトコイル15bの偏向比率をリンクし、撮像装置11上における複数の電子線入射方向による画像ずれを補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与する静電レンズ、及び収束レンズ、対物レンズ、投影レンズを備え、得られた画像の画像強度を検出する投影装置を備えた透過電子顕微鏡装置において、電子線の試料に対する入射角度を変更する偏向コイルを設け、偏向された電子線による透過像を形成して表示画面に表示する表示手段を設け、該表示画面に基づいて画面上の検出位置アドレスを特定して記憶し、該検出目標アドレスを使用して試料の構造についてX線または透過電子線強度を10 検出して観察を行なうことを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項2】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与する静電レンズ、及び収束レンズ、対物レンズ、投影レンズを備え、得られた画像の画像強度を検出する投影装置を備えた透過電子顕微鏡装置において、電子線の試料に対する入射角度を変更する偏向コイルを設け、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所異なる入射方向から照射するよう制御する手段を設け、および異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像を表示画面に表示する手段とを含んで構成されることを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項3】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与する静電レンズ、及び収束レンズ、対物レンズ、投影レンズを備え、得られた画像の画像強度を検出する投影装置を備えた透過電子顕微鏡装置において、電子線の試料に対する入射角度を変更する偏向コイルを設け、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所異なる入射方向から照射するよう制御する手段を設け、異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像と参照像とを対比する手段を設け、および該対比に基づいて試料の欠陥について画面上で検出位置アドレスを記憶する手段を設けたことを含んで構成されることを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項4】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与する静電レンズ、及び収束レンズ、対物レンズ、投影レンズを備え、得られた画像の画像強度を検出する投影装置を備えた透過電子顕微鏡装置において、電子線の試料に対する入射角度を変更する偏向コイルを設け、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所異なる入射方向から照射し、得られる複数枚の透過像と参照像とを対比し、その対比結果によって試料の欠陥について画面上で検出位置アドレスを記録する手段を設け、像シフトコイルによって電子線を偏向する手段と、および前記偏向コイルによる電子線の偏向と像シフトコイルによる電子線の偏向とをリンクするように偏向コイルおよび像シフトコイルを駆動する手段とを含んで構成されることを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項5】請求項3または4において、前記参照像は、前記対比のために予め基本画像として記

憶した画像であることを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項6】請求項3または4において、前記参照像は、異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像の一部の像であることを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項7】請求項3または4において、前記参照像は、同一の電子線入射方向から照射して得られる透過像であることを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項8】請求項1から7のいずれかにおいて、入射角度を0から50mradの範囲で偏向させることを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項9】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与する静電レンズ、及び収束レンズ、対物レンズ、投影レンズを備え、得られた画像の画像強度を検出する投影装置を備えた透過電子顕微鏡装置において、電子線の試料に対する入射角度を変更する偏向コイルを設け、電子線の試料に対する入射角度が偏向された電子線による透過像を表示画面に表示し、該透過像を参照像と比較することによって画面上の検出位置を特定して検出して検出位置アドレスをマップとして表示し、表示されたマップ上の検出位置アドレスを指定することによって試料の構造について光、X線または透過電子線強度を検出して観察画面を形成して前記マップを表示する画面と同一画面上に表示することを特徴とする透過電子顕微鏡装置。

【請求項10】電子線源で発生した電子線を静電レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズと対物レンズによって試料に平行に照射し、投影レンズによって試料の透過像を拡大し、画像強度を撮影装置にて検出する透過電子顕微鏡装置において、電子線の試料に対する入射角度を変更する偏向コイルを設けて、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所異なる入射方向から照射し、異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像と参照像とを対比し、該対比結果によって試料の欠陥有無を判定して検出位置アドレスとして記憶することを含んで構成されることを特徴とする透過電子検査装置並びに検査方法。

【請求項11】電子線源で発生した電子線を静電レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズと対物レンズによって試料に平行に照射し、投影レンズによって試料の透過像を拡大し、画像強度を撮影装置にて検出する透過電子顕微鏡装置を使用した検査方法において、電子線を試料の同一箇所異なる入射方向から照射し、得られる同一入射方向からの透過像の1画面毎に、次の入射方向からの透過像を得る前に画像中の欠陥の有無を判定する時間を設けたことを特徴とする透過電子検査装置並びに検査方法。

【請求項12】請求項11において、1画面取得ごとのブランキング時間内で画像中の欠陥の

有無の判定および次の電子線の入射角度の設定を行なうことを特徴とする透過電子検査装置並びに検査方法。

【請求項13】請求項11において、

1画面取得ごとのブランキング時間内で試料ステージを移動し、画像表示を行うことを特徴とする透過電子検査装置並びに検査方法。

【請求項14】半導体基板の製造過程における欠陥検査方法において、電子線の半導体基板に対する入射角度が偏向された電子線による透過像に基づいて画面上に検査位置を特定する検出位置アドレスをマップ表示し、表示されたマップ上の検査位置アドレスを指示することによって半導体基板の構造について観察画面を表示し、該観察画面を使用して欠陥判定を行なって半導体基板の検査を行なうことを特徴とする半導体基板の欠陥検査方法。

【請求項15】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与する静電レンズ、及び収束レンズ、対物レンズ、投影レンズを備え、得られた画像の画像強度を検出する投影装置を備えた透過電子顕微鏡装置において、電子線の試料に対する入射角度を変更する磁場偏向コイルを設け、偏向された電子線による透過像を形成して表示画面に表示する表示手段を設け、該表示画面に基づいて試料の構造について検査することを特徴とする透過電子線検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、透過電子顕微鏡装置およびそれを用いた検査方法、特に半導体基板の検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の透過電子顕微鏡装置を用いた試料の結晶欠陥の検出は、例えばTransmission Electron Microscopy, Plenum Publishing Corporation (1996年)、第379頁から第445頁に開示されている。この方法では試料の結晶欠陥に対して電子線が回折条件を満足するように試料を傾斜し、対物絞りを用いて特定の回折電子線を通過、その他の電子線をカットすることによって結晶欠陥のコントラストを向上することによって結晶欠陥を検出するものである。

【0003】上記従来の透過電子顕微鏡装置を用いた試料の結晶欠陥の検出は、試料傾斜を様々な方向に設定しながら透過電子顕微鏡像を観察し、その画像コントラストから結晶欠陥の有無を判断する。

【0004】しかし、試料ステージを機械的に調整できる範囲では、試料傾斜時の画像ずれは約1μm程度よりは小さくすることは難しい。よって、同一箇所において結晶欠陥の有無を検査するためには、試料傾斜を変える毎に手で試料ステージを移動させて同一視野を観察する必要があり、結晶欠陥の発見までに多大な時間を要する。そのため、広い視野において結晶欠陥がどのくらいの頻度で発生しているのかを検査することは、その要

する時間が莫大となるためにほとんど不可能である。あるいは、広い視野において結晶欠陥の発生頻度の検査を電子線入射方向を1方向に限定して検査することは可能であるが、上記のように結晶欠陥は電子線入射方向に強く依存するため、結晶欠陥が存在していても発見されない可能性があり、正しい結晶欠陥の発生頻度の検査をすることができない。さらに、広い視野において結晶欠陥の発生頻度の検査した後、その欠陥発見部を詳細に観察、分析するためには試料ステージを移動してその欠陥位置を視野に持ってくる必要がある。

【0005】しかし、ステージ移動が全て手動であり、欠陥存在部のアドレス位置は使用者が自分で数えているため、毎回数え始めの原点にステージを移動してからアドレスを数えながら欠陥発見部へステージで試料を移動させることになり、欠陥発見部への移動に多大な時間を要する、あるいは数え間違いのために欠陥発見部に移動できないということが起こる。

【0006】例えば1つのメモリマットに256×256個のメモリセルが存在し、それを電子線入射方向を1方向に限定して欠陥有無の検査する場合を仮定する。メモリセルを16個単位で検査し、1つの画像から欠陥の有無を確認するのに、ステージの手動送り、焦点合わせ、欠陥有無を人間が目で見えて判定する時間を全て含めて30秒必要とする。この条件では検査終了まで256×256÷16×0.5=2048分=1.4日という莫大な時間が必要となる。これでは欠陥発見率も低く、時間も莫大となるため検査方法としては実用的ではない。

【0007】従来の電子顕微鏡装置を用いた半導体の検査方法は、例えば特開平10-74813に開示されている。この方法では試料に電子線を照射して試料表面から発生する2次電子の強度を用いて画像を取得し、そのコントラストから良不良を判定している。あるいは特開平5-215694に開示されているように、電子顕微鏡以外の方法として試料にX線を照射し、試料パターンの透過像を用いてパターンの良不良を判定している。

【0008】上記従来の電子顕微鏡装置を用いた半導体の検査方法は、試料に電子線を照射して試料表面から発生する2次電子の強度を用いて画像を取得しているため、試料表面の形状不良は判定可能であるが、試料の結晶欠陥に関してはいっさい評価できない。また、試料にX線を照射して試料のパターンを観察した場合には、観察できるのは試料の形状のみであり、試料の結晶欠陥は評価できない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の透過電子顕微鏡装置を用いた試料の結晶欠陥の検出は、ブラッグ条件を満足する結晶面のみが透過電子線顕微鏡像のコントラストとなって現れるので、一方向からの観察では欠陥が存在しないという判断ができない。よって、試料傾斜を様々な設定して画像コントラストから結晶欠陥の有無を判

断する必要があり、1被検査部での結晶欠陥の有無の判定に多大な時間を要し、広い視野においての結晶欠陥発生率の検査をするには莫大な時間を要する。また、広い視野において結晶欠陥発生率の電子線入射方向を1方向に限定して検査すると欠陥発見率が低下する。また、検査後、欠陥発見部を詳細に観察、分析する際に欠陥存在部のアドレス位置への移動を使用者が手動で行なうために、欠陥発見部への移動に多大な時間を要し、数え間違いのために欠陥発見部に移動できない可能性がある。また、試料表面から発生する2次電子を用いて画像を取得し、そのコントラストから良不良を判定する方法では、試料表面の形状不良は判定可能であるが、試料の結晶欠陥は評価できない。また、試料にX線を照射して試料のパターンを観察する方法でも試料の形状しか評価できない。本発明の目的は、試料の広領域において試料における結晶欠陥や形状異常を自動で高速かつ高確率で発見し、また検査後の詳細分析時に自動で結晶欠陥、形状異常発見部を分析点に設定できることを可能とする透過電子顕微鏡装置及びそれを用いた検査方法を提供することである。

【0010】例えば、1つのメモリファットに256×256個のメモリセルが存在し、メモリセルを16個単位で検査し、欠陥有無の判定が0.5秒でできるとすると、検査終了まで $256 \times 256 \div 16 \times 0.5 = 2048$ 秒=34分となり、検査方法として実用的となる。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために多方向から自動的に試料へ電子線を照射するための構成を以下に示す。

【0012】本発明は電子源より発生した電子線を高エネルギーにするための1段以上の静電レンズと、試料に対して電子線を平行に照射するための1段以上の収束レンズ及び対物レンズと、対物レンズ中で試料を保持するための試料ホルダーと、観察像を拡大するための1段以上の投影レンズと、観察像を取得及び記録するための撮像装置と、電子線の試料に対する入射角度を変化させるための1段以上の偏向コイルと、対物レンズの像面を2次元的に移動させる1段以上の像シフトコイルと、該偏向コイルと該像シフトコイルとをリンクして駆動するためのコンピュータプログラムあるいは電気回路を具備した透過電子顕微鏡において、該偏向コイルによって電子線入射方向を複数変化させて同一箇所を観察することにより結晶欠陥の発見率を100%にする、また該偏向コイルと該像シフトコイルをリンクして駆動し、該撮像装置上における複数の電子線入射方向による画像ずれを補正することによって高速で結晶欠陥を発見する。また試料ステージの移動を自動化することによって試料の広領域において高速で結晶欠陥、形状異常等を自動で発見する。また発見した結晶欠陥、形状異常部のアドレスを記憶し、検査後読みだすことにより検査後の詳細分析時に

自動で結晶欠陥、形状異常発見部を分析点に設定する。

【0013】本発明は、具体的には次に掲げる装置および方法を提供する。

【0014】本発明は、電子線源で発生した電子線を静電レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズを対物レンズによって試料に平行に照射し、偏向コイルによって電子線の試料に対する入射角度を変更し、投影レンズによって試料の透過度を拡大し、画像強度を撮像装置にて検出する透過電子顕微鏡装置において、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所に異なる入射方向から照射するよう制御する手段と、および異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像を表示画面に表示する手段とを含んで構成される透過電子顕微鏡装置を提供する。

【0015】電子線源で発生した電子線を静電レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズと対物レンズによって試料に平行に照射し、偏向コイルによって電子線の試料に対する入射角度を変更し、投影レンズによって試料の透過像を拡大し、画像強度を撮像装置にて検出する透過電子顕微鏡装置において、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所に異なる入射方向から照射するよう制御する手段と、異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像と参照像とを対比する手段と、および該対比結果によって試料の欠陥有りを記録する手段とを含んで構成される透過電子顕微鏡装置を提供する。

【0016】本発明は、電子線源で発生した電子線を静電レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズと対物レンズによって試料に平行に照射し、偏向コイルによって電子線の試料に対する入射角度を変更し、投影レンズによって試料の透過度を拡大し、画像強度を撮像装置にて検出する透過電子顕微鏡装置において、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所に異なる入射方向から照射し、得られる複数枚の透過像と参照像と対比し、その対比結果によって試料の欠陥有りを記録する手段と、像シフトコイルによって電子線を偏向する手段と、および前記偏向コイルによる電子線の偏向と像シフトコイルによる電子線の偏向とをリンクするように偏向コイルおよび像シフトコイルを駆動する手段とを含んで構成される透過電子顕微鏡装置を提供する。

【0017】本発明は、更に前記参照像は、前記対比のために予め基本画像として記憶した画像である透過電子顕微鏡装置を提供する。

【0018】本発明は、更に前記参照像は、異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像の一部の像である透過電子顕微鏡装置を提供する。

【0019】本発明は、更に欠陥有無の判断によって特定された位置の画像とその位置アドレスとを記憶する手段と、およびその位置アドレスを使用して試料ステージ

に記憶された画像を表示する手段とを有する透過電子顕微鏡装置を提供する。

【0020】本発明は、更に欠陥有りの判断によって特定された位置の画像と観察条件とを記憶する手段と、およびその観察条件を使用して、試料ステージに記憶された画像を表示する手段とを有する透過電子顕微鏡装置を提供する。

【0021】本発明は、電子線源で発生した電子線を静電レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズを対物レンズによって試料に平行に照射し、偏向コイルによって電子線の試料に対する入射角度を変更し、投影レンズによって試料の透過像を拡大し、画像強度を撮像装置にて検出する透過電子顕微鏡装置を使用した検査方法において、前記偏向コイルによって電子線を試料の同一箇所異なる入射方向から照射し、異なる電子線入射方向から照射して得られる複数枚の透過像と参照像とを対比し、該対比結果によって試料の欠陥有無を判定することを含んで構成される透過電子顕微鏡装置を使用した検査方法を提供する。

【0022】本発明は、電子線源で発生した電子線を静電レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズを対物レンズによって試料に平行に照射し、偏向コイルによって電子線の試料に対する入射角度を変更し、投影レンズによって試料の透過像を拡大し、画像強度を撮像装置にて検出する透過電子顕微鏡装置を使用した検査方法において、電子線を試料の同一箇所異なる入射方向から照射し、得られる複数枚の透過像の一面画取得ごとのブランピング時間内で画像中の欠陥の有無を判定する透過電子顕微鏡装置を使用した検査方法を提供する。

【0023】本発明は、更に1画面取得ごとのブランピング時間内で電子線の入射角度を変化させる透過電子顕微鏡装置を使用した検査方法を提供する。

【0024】本発明は、更に1画面取得ごとのブランピング時間内で試料ステージを移動し、画像表示を行う透過電子顕微鏡装置を使用した検査方法を提供する。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる実施例を図面に基づいて説明する。

【0026】図1は、本発明の実施例の全体構成を示す。図において、電子線源1で発生した電子線を静電レンズ12を介して収束絞り2を通過させる。静電レンズ12は12aから12cまでに示す多段の静電レンズによって構成され、所定の加速電圧まで加速する。1段あたりの加速電圧を30kV程度に設定して、各段のレンズに印加する電圧を変化させることにより、最終的な電子線の加速電圧を変化させることができる。所定の加速電圧まで加速された電子線は、収束レンズ13に入射される。収束レンズ13の像面位置を対物前磁場レンズ4の前磁場焦点面と一致させることにより電子線が平行に

試料5を照射するようにする。この時、収束レンズ13上段に設置した収束絞り2は光軸からの離軸距離の大きい電子線を排除するように挿入されており、試料5上に照射される電子線の球面収差による歪みを低減している。

【0027】収束レンズ13は、1段目収束レンズ12aおよび2段目収束レンズ13bからなり、これらのレンズによって加速された電子線は、拡大あるいは縮小される。試料5を透過した電子線に対物後磁場レンズ6により焦点を合わせ、対物後磁場レンズ6下部に拡大像を形成する。拡大像を観察するには、1段目収束レンズ13a及び2段目収束レンズ13bによって形成される電子線源1を物面とする像面位置を、対物前磁場レンズ4の前磁場焦点面と一致させることにより、電子線を試料5に平行照射することによって行なう。

【0028】その拡大像は1段目投影レンズ8、2段目投影レンズ9及び3段目投影レンズ10にて順次拡大される。1段目投影レンズ8、2段目投影レンズ9及び3段目投影レンズ10の高流励磁を変化させ組み合わせることにより、約1000倍から100万倍までの拡大像を撮像装置11上に投影することができる。対物後磁場レンズ6下部に設置した対物絞り7は、試料5による電子線の回折方向に準じて形成される回折図形位置に挿入されており、特定の回折電子線を通過させることによって、拡大像に電子線回折によるコントラストを与える役割をしている。対物後磁場レンズ6、1段目投影レンズ8、2段目投影レンズ9及び3段目投影レンズ10にて順次拡大された像は、撮像装置11によって取得、記録される。

【0029】一方、1段目収束レンズ13a及び2段目収束レンズ13bの像面位置を対物前磁場レンズ4の前磁場焦点面よりアンダーフォーカス側あるいはオーバーフォーカス側に設定し、対物前磁場レンズ4の電流励磁を変化させて、収束ブローブを試料5上に形成することができる。この収束ブローブは、試料5から発生する特性X線等の分析を特定微小領域において行なう場合に用いられる。偏向コイル14は試料5に照射される電子線の入射角度を変化させる役割をもっており、試料に存在する結晶欠陥を様々な電子線入射方向から観察できるように設定されている。

【0030】偏向コイル14による電子線の偏向に生ずる像面のシフトを補正するために像シフトコイル15が設けられている。像シフトコイル15は1段目像シフトコイル15aおよび2段目像シフトコイル15bからなり、2段偏向により平行振り戻しの設定がなされる。

【0031】全てのレンズ、コイルの制御はD/Aコンバータ16を介して演算装置CPU17が行なっており、またインターフェース20を通じて操作者が条件を設定することも可能である。撮像装置11によって取得された画像は、プリアンプ18を介してA/Dコンバータ19に

よりデジタル画像としてCPU17に取り込まれる。レンズ制御としては、12aから12cまでに示す多段の静電レンズへの印加電圧変化による電子線加速電圧の制御、1段目収束レンズ13a及び2段目収束レンズ13bへの励磁電流変化による照射条件の制御、対物後磁場レンズ6への励磁電流変化によるフォーカス制御、1段目投影レンズ8、2段目投影レンズ9及び3段目投影レンズ10への励磁電流変化による拡大倍率制御がCPU17によって行なわれている。コイル制御としては、偏向コイル14への励磁電流変化による電子線入射角度の制御、1段目像シフトコイル15a、2段目像シフトコイル15bへの励磁電流変化による像シフト量の制御を行なっている。特に偏向コイル14への制御は、1段目像シフトコイル15a、2段目像シフトコイル15bへの制御とプログラムによりリンクされており、偏向コイル14による偏向で生ずる像シフトを打ち消すように、1段目像シフトコイル15a、2段目像シフトコイル15bが励磁されるようになっている。その方法は、偏向コイル14による偏向と像シフトコイルによる偏向量の比率が常に逆位相で一定量となるようにCPU17が制御し、デジタルからアナログへ変換された電流励磁値が出力されるようになっている。

【0032】図2は透過電子顕微鏡装置のレンズ、コイル等の制御方法について第2の実施例を表わしたものである。図1に示した第1の実施例とほぼ同等の構成であるが、この場合については、像シフトコイル25が一段で偏向する構成である。像シフトコイル25の役割は第1の実施例と同じく、偏向コイル14による電子線の偏向で生じた像面シフトを補正するものである。制御方法も同様にして、像シフトコイル25の励磁電流は、偏向コイル14の励磁電流とリンクしてCPU17により制御されている。

【0033】次に、試料に存在する結晶欠陥をほぼ100%の確率で検出する方法について説明する。

【0034】試料に存在する欠陥は、原子配列の乱れによる転位や積層欠陥等であるが、必ずしも特定の結晶方位に存在するとは限らない。すなわち、ある一方向からの観察を行なった場合、回折条件が一致する結晶欠陥は観察されるが、回折条件が一致しない場合には観察されない。よって、結晶欠陥を漏れなく検出するには複数の電子線入射方向から観察する必要がある。

【0035】これを実施するには、電子線の入射方向を固定して試料自身の傾斜を変化させながら観察する、あるいは試料自身を固定して電子線の入射方向を変化させながら観察する方法が考えられる。高速で結晶欠陥を検出し、大面積で不良発生率を検査するための課題は、試料を傾斜したことによる、あるいは電子線の入射方向を変化させたことによる像面のずれをいかに高速で補正し、補正後の像を撮影するかである。まず、試料を傾斜した場合の像面ずれは試料ステージの機械的な中心のず

れである。通常は試料を傾斜した場合には手動で試料微動を動かして像面位置を補正している。これはずれ量が小さい場合には像シフトコイルによっても補正可能である。

【0036】しかし、試料傾斜は一方向への傾斜の場合では、ずれ量の再現性があるが、それ以外の場合、傾斜角度の情報のみによる一様なフィードバックでは、衝突等の機械精度から1 μ m程度の精度でしか制御できない。よって、試料自身を固定して電子線の入射方向を変化させながら観察する方法が、高速で結晶欠陥を検出し、大面積で不良発生率を検査するために必要であることになる。

【0037】この場合の課題は、電子線の入射方向を変化させた場合に生じる像面のシフトの補正である。

【0038】図3は試料5を透過した電子線が対物後磁場レンズ6によって像面29に結像される様子を示したものである。図3(A)に示したように、電子線が光軸と平行に入射した場合、透過電子線27とそれと異なる方向に進行する回折電子線26は対物後磁場レンズ6によって進行方向が変えられ、後焦点面28では電子線回折図形が結像される。後焦点面28を通過した電子線は試料5を物面としてそれに1対1に対応する像面29を形成し、物面である試料5の中心が像面29の中心と一致している。

【0039】一方、図3(B)に示したように電子線が光軸から傾斜して入射した場合、後焦点面28を通過した電子線は試料5を物面として、それに1対1に対応する像面29を形成するが、像面29の中心が光軸からシフトしている。このまま像面29を拡大して撮像装置で像取得すると、平行照射の場合とは位置のずれた像が観察されてしまい、同一箇所を異なる電子線入射方向で観察することができない。この問題を解決するには、図4に示すように対物後磁場レンズ6の下段に1段目像シフトコイル15a及び2段目像シフトコイル15bを設置して像面シフトを補正してやればよい。図4に示した像面シフトの実施例では、1段目像シフトコイル15aによる偏向と2段目像シフトコイル15bによる偏向を逆位相で1:1の比率で平行移動させる方法を用いている。

【0040】また、図5に示した像面シフトの実施例では、像シフトコイル25による偏向により像面を移動させて補正する方法を用いている。さらに、図3からわかるように、光軸に対する電子線の傾斜角度は、像面の中心から物面の中心位置へ引いた直線と光軸とのなす角度に等しいので、対物後磁場レンズ6の焦点距離を固定しておけば、像面シフト量は幾何学的に求めることができる。

【0041】このように、電子線入射方法の変化に対する像面シフト補正量が一義的に決定されるので、コンピュータプログラム等により電子線入射変化用の偏向コイルと像シフトコイルの電流励磁条件をリンクすることに

よって、電子線入射方法の変化による像面シフトが常に補正可能となる。

【0042】上記の電子線入射方向の変化を試料に対する1方向への電子線の傾斜と、試料面内での入射方向の変化(方位角の変化)とを組み合わせ、さらにこれら電子線入射方向の変化による像面シフトを像シフトコイルによって自動で補正し、高速で撮像装置により像取得することによって、結晶の欠陥を高速でかつ100%の確率で検出することができる。

【0043】次に、偏向コイルと像シフトコイルとのリンクを装置ハードウェアから行なう方法について説明する。上記の偏向コイルと像シフトコイルとのリンクの方法は、コンピュータプログラムによりそれぞれの偏向量の比率を算出して、像面シフトを補正するものである。一方、コンピュータプログラムを用いずに該リンクを実施する方法がある。

【0044】図6は偏向コイル14と像シフトコイル25とをパラレルに結線してリンクを実施する方法である。アンプ30からの電流は偏向コイル14と像シフトコイル25に分流されている。像シフトコイル25側には可変抵抗31がシリアルに接続され、その抵抗値を変化させることによって、偏向コイル14と像シフトコイル25との偏向比率を変化させることができ、偏向コイル14による像面シフトを常に像シフトコイル25によって補正させることができる。

【0045】図7は偏向コイル14と像シフトコイル25とをシリアルに結線してリンクを実施する方法である。この場合、偏向コイル14と像シフトコイル25両者に流れる電流は同一なので、コイル巻き数を変化させることによって偏向比率を調整し、偏向コイル14による像面シフトを常に像シフトコイル25によって補正させている。

【0046】次に、電子線の入射方向を変えながら、かつ高速で透過電子顕微鏡像を取得する方法について説明する。

【0047】上記のように試料に存在する結晶欠陥を100%の確率で検出するには、複数の電子線の入射方向で同一箇所を観察する必要がある。これを高速で実施するには、ある1つの電子線入射方向からの透過電子顕微鏡像を高速で取得し、引き続いて次の電子線入射方向からの透過電子顕微鏡像を高速で取得する必要がある。

【0048】図8は撮像装置が1画面を約30ミリ秒で取得する場合の画像取得におけるX、Yスイープの波形を模式的に示したものである。Yスイープが所定の振幅に達するまでが1画面取得に必要な時間であり、この間には電子線入射条件の変更はできない。しかし、次の画面を取得するまでの間に画像取得をしないブランキング時間があり、約1ミリ秒程度間隔が空いている。電子線の偏向はマイクロ秒のオーダーで条件変更可能であるので、このブランキング時間で電子線の偏向条件を設定でき

る。このように、撮像装置が1画面の取得を開始して次の画面の取得を開始するまでのブランキングの間に電子線の入射方向を変化させてやれば、1画面検査に要する時間は、同一箇所から取得すべき画像の枚数だけで決定され、検査時間が短縮できる。

【0049】さらに、ブランキング間に欠陥の判定、ステージ移動を行なえば検査時間の短縮が可能である。

【0050】次に、試料の結晶欠陥、異物やパターン形状不良を検査した後、その欠陥や不良を更に詳細に分析するための各種検出器の配置図について説明する。

【0051】図9は各種分析装置の鏡体における配置を表わすものである。X線分光装置21は試料5の近傍に設置されており、電子線により試料5で励起された特性X線を分光するものである。通常は電子線を数nmに収束したプローブと、対物レンズ上段に設置した走査コイルによる電子線照射領域及び位置制御と合わせて、点、線、面分析を行なう。2次電子検出器22は、試料平面から発生した2次電子を上記走査コイルによる電子線の偏向と同期して検出し、試料表面及びの形状を観察するためのものである。透過電子検出器23は、試料によって回折された電子線の一部を強度として検出するもので、上記2次電子の検出方法と同じく、走査コイルによる電子線の偏向と同期して透過電子線強度を検出することにより、試料の構造を観察する方法である。透過電子線エネルギー分光装置24は、試料5を透過した電子線のエネルギーを分光し、試料でエネルギー損失した電子線のエネルギー損失量から試料構成元素の種類を調べる方法である。

【0052】次に、透過電子顕微鏡装置を用いて、試料の結晶欠陥、異物、形状不良を自動で検査し、特定不良部を詳細に分析するフローを説明する。

【0053】図10、図11は検査条件の設定、検査及び詳細分析までの過程を詳細に示したフローチャートである。検査の準備として透過電子顕微鏡の準備を使用者が行なう。これは試料の鏡体への取り付け、高電圧の印加、光学輸出し等である。これらすべての操作は透過電子顕微鏡装置の制御画面からの指示を対話型入出力によって行なう。これらの準備が完了すると透過電子顕微鏡装置の制御画面に透過電子顕微鏡像が表示される。

【0054】図12は透過電子顕微鏡装置の制御画面の例である。グラフィカルユーザインターフェースをベースとした制御画面であり、メニューバー40からプルダウンにより、装置制御の条件や画像の編集等ができる。また、ツールボックス41は、検査領域の指定や分析方法の選択を行なうアイコンが表示されており、アイコンをクリックすることによってその機能が使用できる。像表示部42には撮像装置で取得した画像が表示され、どの種類の画像を表示するかを、観察モード選択ボックス46からプルダウンで選択できる。像表示部42の右側部分にはオペレーティングボックス43が設けられている。

第1のオペレーティングボックス43aから第5のオペレーティングボックス43eまでは、使用頻度の高い機能を大きなボックススイッチで表示したものであり、スイッチの割り付けは使用者がカスタマイズできる。鏡体コントロール部44は、透過電子顕微鏡の基本操作を使用者が手動で操作できるようにしたものである。同様に、試料ステージコントロール部45は使用者が手動でステージを移動させるためのものである。46はモードを示す。分析モード選択ボックス47はツールボックス41と同等の機能を持っているが、プルダウンにより分析モードが選択できるようになっている。観察条件表示部48は現在の観察条件が表示される部分であり、像表示部42に表示されている画像がライブ画像であるかファイルから読みだしたものを表示したり、電子顕微鏡方向を表示したりする。透過電子顕微鏡装置の制御画面に透過電子顕微鏡像が表示された後、次に検査倍率、あるいは領域を指定する。倍率指定の場合には表示画面の大きさがそのまま検査領域の1画面となる。あるいは、領域指定の場合には図13に示したように、指定部分49を使用者が任意の形状で選択できる。次に使用者は手動でステージを動かして参照像を探索する。この参照像とは検査中に被検査部との比較を行なうための基本画像であり、使用者が検査試料から特定部分を選択する。あるいは、設計図面のファイルから倍率を変化させて画像表示部にオーバーレイヤーとして表示させ、参照像とすることもできる。参照像が決定できたら参照像を記録し、それと同時に参照像アドレスや観察条件を記録したファイルも記録される。

【0055】次に検査開始点を指定する。図14に示したように、像表示部42に検査開始点50を使用者がマウスでマークするとそこが検査開始点42となり、そのアドレスが記録される。次に全検査領域を指定する。繰り返しパターンを検査する場合に、1つの検査領域の縦に何倍の周期を検査するか、横に何倍の周期を検査するかを数字で入力する。あるいは手動でステージを移動させ、検査終了点を指定する。

【0056】次にビームの傾斜条件を設定する。これは1つの検査領域において、何種類のビーム傾斜条件で観察するかを使用者が指定する。ビーム傾斜条件が多ければ欠陥発見確率は向上するが、検査時間は増加する。ビーム傾斜条件が少なければ欠陥発見確率は低下するが、検査時間は短縮する。これを踏まえて使用者が決定する。以上の操作までは使用者が手動で設定する部分であり、この先は自動で検査を行なう部分である。検査開始ボタンが押されるとステージによって自動で検査開始アドレスへ移動し、そのアドレスから検査が開始される。検査中の自動測定のルーチンは以下のものである。まず、被検査領域に自動で焦点を合わせ画像をメモリに保存する。その画像と参照像とを比較して正常と判断される場合には次のビーム傾斜条件へ、異常の場合には観察

像をハードディスク等の記録媒体にそのアドレスと共に記録して次のビーム傾斜条件に設定する。全てのビーム傾斜条件での観察が終了するまでこの観察、判定が繰り返され、全てのビーム傾斜条件での観察が終了したら次の被検査領域まで試料ステージが自動で移動する。ここまですべてが1検査領域での基本動作である。

【0057】次に、これらの検査、ステージ移動が全て終了した段階で検査は一旦終了し、詳細分析を行なうかというダイアログが表示され、使用者が実行するかどうか判断する。

【0058】図15は検査中にフェールビットマップ表示モードを選択した場合の透過電子顕微鏡制御画面の1例である。この表示画面ではフェールビットマップ51が表示されており、未検査点、検査終了点及び不良発見点が異なる色で表示されており現在の状況が判断できる。また数字によっても検査状況を表示しており、検査終了までの時間も表示されている。

【0059】次に詳細分析を行なう場合についてのフローについて説明する。まず検査条件を選択する。これは複数の検査条件で自動検査を行なった場合に、その中のどれを詳細分析するのかを選択する部分である。検査条件を選択すると、表示画面に検査結果としてフェールビットマップが表示される。使用者はまず、フェールビットマップから検査状況の知りたい不良点を選択する。選択された不良点はその記録画像が表示され、その不良点を今すぐに観察するかどうか尋ねるダイアログが表示される。観察する場合に不良点まで自動でステージが移動し、その点の画像が取り込まれる。この不良点で詳細分析を行なうかどうかを使用者は判断してそのまま観察を続けるか、あるいは分析するかを選択する。

【0060】図16は分析モードとしてX線分析を選択した場合の表示画面である。分析点指定用ポインティングデバイス53によって分析点を指定し、その結果は分析経過及び結果表示部52に表示される。分析終了後、同一不良部で別の分析を行なうかを使用者が判断する。分析終了と判断した場合には、同一フェールビットマップで別の不良部分を詳細分析するかどうか判断して、分析続行ならば不良アドレスを選択する画面に戻り、上記詳細分析フローを繰り返す。すべての分析が終了したと判断した場合には検査終了となる。

【0061】図17は検査中にフェールビットマップと現在観察中の画像の両方を表示する画面の一例である。image setupメニューからライブ画像表示を選択した場合にフェールビットマップの横にライブ画像54が表示される。ライブ画像表示を選択しなかった場合に表示されていた検査開始等を制御するツールボックスは開始、一時停止、停止選択用アイコン55の形で表示される。

【0062】図18は検査終了後に参照像、記録像あるいはライブ画像を同時に表示する場合の表示画面の一例

である。この例では画面を2分割し、参照像56とライブ画像54が表示されている。ステータスボックス57はその画像が何であるか、どのような電子線照射条件か、アドレスは何番かを表示している。画面に表示する画像の分割表示の設定は画面表示分割選択ボックス58によって行ない、2分割、4分割等が選択できる。画像の呼び出しはファイル管理ボックス59のスイッチから行なえるように設定されている。

【0063】検査時に用いる電子線の傾斜条件は結晶の種類、欠陥の大きさ、欠陥の数及び検査の精度によって決定される。結晶がシリコンで、200kWの電子線を用いた場合、(111)反射が8mrad、(220)反射が13mrad、(400)反射が18mradである。低次の基本反射はこれら3つなので、電子線傾斜は最大18mradでこれらの反射は観察できる。さらに高次の反射を2倍か3倍程度、すなわち、最大50mrad程度に設定すれば検査精度が向上する。

【0064】撮像装置の1画素の大きさと透過電子顕微鏡の観察倍率によって検査できる欠陥の大きさが決定される。撮像装置の1画素が20 μ mとすると、透過電子顕微鏡倍率1万倍にて2nm大きさの欠陥が1画素にちょうど入ることになり、欠陥が1個存在すると判定される。これより小さい欠陥は1画素に複数入ってしまいその正確な数は判定されず、1個と判定される。このことから逆に推定される欠陥サイズを指定することによって自動的に透過電子顕微鏡の観察倍率を決定できるので、検査モードの1つとしてある指定された大きさ以下の欠陥を自動で検査することができる。

【0065】何種類電子線を傾斜したらよいのかは、検査の精度に直接関連する。1方向からのみの観察では欠陥はすべて観察できないことは前述の通りであるが、結晶の方位を利用すれば簡便化することができる。すなわち、結晶方位の特定の反射に限定して電子線を傾斜し、検査をすることが可能である。特に欠陥が特定結晶面、例えばシリコンならば(311)面というように予めその欠陥の存在する方位が予測される場合には、電子線の傾斜条件を特定してやることによって検査時間の短縮が可能である。また、この場合(000)と(311)入射で同一視野の2つの観察像を直接比較することによっても欠陥の有無の判定が可能であり、特に参照像を必要としないので、検査の準備段階での参照像設定の時間が短縮でき、かつ参照像と観察像との微妙な形状の差によって発生する欠陥の誤判定の防止が可能であり、本来形状に特徴のない基板自身の検査には有効な方法である。

【0066】図19は半導体検査について、従来方法と本発明の場合についてフローで比較したものである。従来方法では試料を切り出し、機械研磨後ディンブルグライディングにより中央部を20 μ m程度に薄膜化し、イオンシニングにより最終薄膜に加工する。これまでの

経過時間は6時間である。検査には約24時間かかる。さらに他の分析装置にて詳細分析を行なうために試料を透過電子顕微鏡から取り出し、再セットし、分析点を探索して分析が終了するまでに積算時間で60から100時間かかる。従来法で検査終了までに最も遅速となっていることは欠陥検査そのものと、詳細分析における欠陥部位置の探索、設定である。これは透過電子顕微鏡で発見した欠陥アドレスが他の分析装置と共有されていないことが原因である。図19に示した本発明によるフローではFIB加工を過程した場合での最速検査終了までの時間を仮定した。本方法の最大の特徴は検査時間及び詳細分析に要する時間の短さである。検査時間短縮に関する工夫は前記の通りであり、この検査装置自身に詳細分析の機能が具備されかつ、欠陥アドレスがすべて保存され、試料ステージにより任意に欠陥位置を分析点に設定可能であるために詳細分析時間が大幅に短縮されている。

【0067】

【発明の効果】本発明によれば、対物レンズの上段に偏向コイルを設置し、その偏向コイルを用いて電子線入射方向を複数変えた同一視野の画像を観察することによって、試料における結晶欠陥が高確率で発見できるようになる。偏向コイルと像シフトコイルとをリンクして動かし撮像装置上での像位置ずれを補正することにより、高確率でかつ高速で結晶欠陥が発見できる。試料ステージの移動を自動化し、上記欠陥検査法と組み合わせることにより、試料の広領域において高速で結晶欠陥、形状異常等を自動で発見できる。発見した結晶欠陥、形状異常部のアドレスを記憶し、検査後読みだすことにより検査後の詳細分析時に自動で結晶欠陥、形状異常発見部を分析点に設定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の全体概略を示す構成図。

【図2】本発明の第2の実施例の全体概略図を示す構成図。

【図3】電子線斜め照射による像面のシフトを表わす図。

【図4】電子線斜め照射による像面のシフトを偏向コイルによって補正する第1の実施例を表わす図。

【図5】電子線斜め照射による像面のシフトを偏向コイルによって補正する第2の実施例を表わす図。

【図6】偏向コイル及び像シフトコイルの制御方法の第1の実施例を表わす図。

【図7】偏向コイル及び像シフトコイルの制御方法の第2の実施例を表わす図。

【図8】撮像装置による像取得におけるX、Y偏向及びプランキング方法を表わす図。

【図9】詳細分析に用いる各種検出器の配置を表わす図。

【図10】透過電子顕微鏡装置を用いて試料内欠陥、異

物及び形状不良を自動検査する方法を表わすフローチャート。

【図11】透過電子顕微鏡装置を用いて試料内欠陥、異物及び形状不良を自動検査する方法を表わすフローチャート。

【図12】透過電子顕微鏡装置の制御及び検査結果を表示するための入出力画面。

【図13】試料内欠陥、異物及び形状不良の自動検査において1画像データの収束領域を指定する方法を表わす図の一例。

【図14】試料内欠陥、異物及び形状不良の自動検査において、検査開始点を指定する方法を表わす図の一例。

【図15】試料内欠陥、異物及び形状不良の自動検査においてフェールビットマップを表示する画面を表わす図。

【図16】試料内欠陥、異物及び形状不良の自動検査後、詳細分析を行なう場合の入出力画面の一例。

【図17】試料内欠陥、異物及び形状不良の自動検査においてフェールビットマップと観察像の両方を表示する画面を表わす図。

【図18】試料内欠陥、異物及び形状不良の自動検査後、参照像とライブ画像との両方を同時に表示する画面を表わす図。

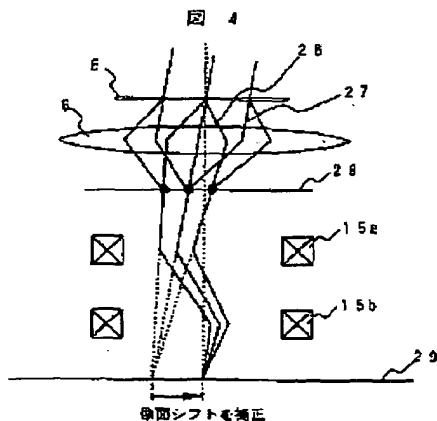
【図19】半導体の検査方法の手順を表わす図。

【符号の説明】

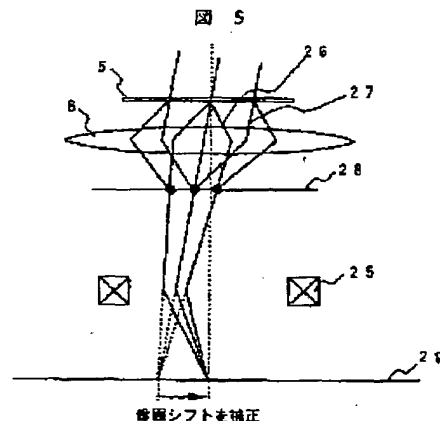
1…電子線源、2…収束絞り、3…収束レンズ、4…対物前磁場レンズ、5…試料、6…対物後磁場レンズ、7…対物絞り、8…1段目投影レンズ、9…2段目投影レンズ、10…3段目投影レンズ、11…撮*

*像装置、12…静電レンズ、12a…1段目静電レンズ、12b…2段目静電レンズ、12c…3段目静電レンズ、13…収束レンズ、13a…1段目収束レンズ、13b…2段目収束レンズ、14…偏向コイル、15…像シフトコイル、15a…1段目像シフトコイル、15b…2段目像シフトコイル、16…D/Aコンバータ、17…CPU、18…プリアンプ、19…A/Dコンバータ、20…インターフェース、21…X線分光装置、22…2次電子検出器、23…透過電子検出器、24…透過電子線エネルギー分光装置、25…像シフトコイル、26…回折電子線、27…透過電子線、28…後焦点面、29…像面、30…アンプ、31…可変抵抗、40…メニューバー、41…ツールボックス、42…像表示部、43…オペレーティングボックス、43a…第1のオペレーティングボックス、43b…第2のオペレーティングボックス、43c…第3のオペレーティングボックス、43d…第4のオペレーティングボックス、43e…第5のオペレーティングボックス、44…鏡体コントロール部、45…試料ステージコントロール部、46…観察モード選択ボックス、47…分析モード選択ボックス、48…観察条件表示部、49…指定部分、50…検査開始点、51…フェールビットマップ、52…分析経過及び結果表示部、53…分析点指定用ポインティングデバイス、54…ライブ画像、55…開始、一時停止、停止選択用アイコン、56…参照像、57…ステータスボックス、58…画面表示分割選択ボックス、59…ファイル管理ボックス。

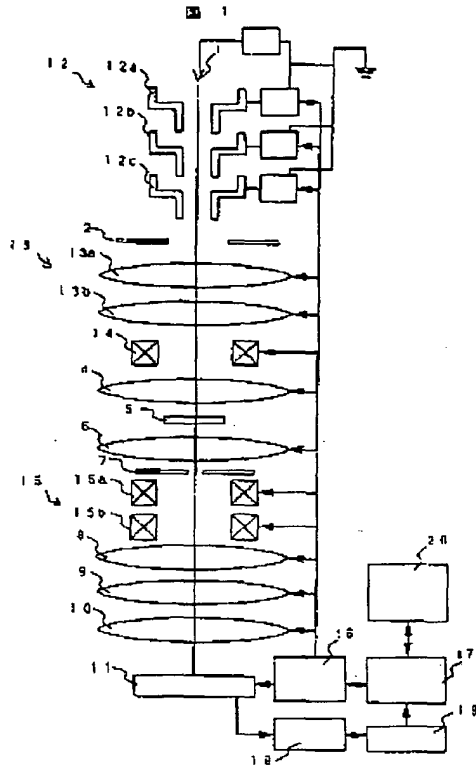
【図4】



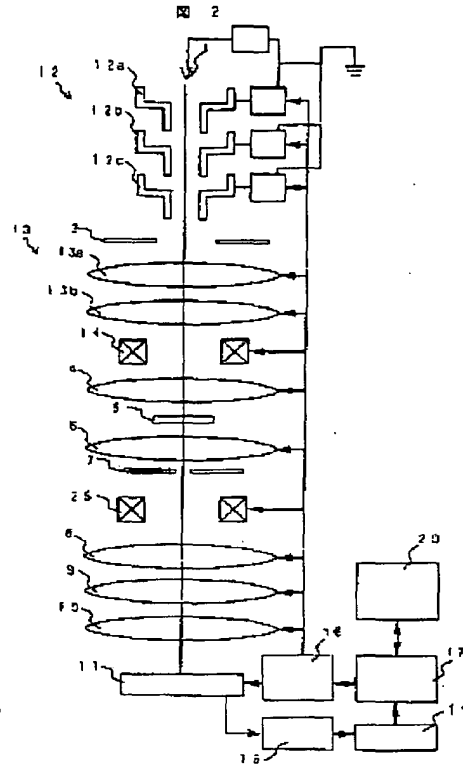
【図5】



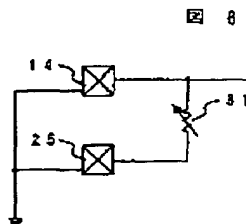
【図1】



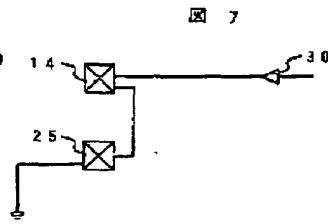
【図2】



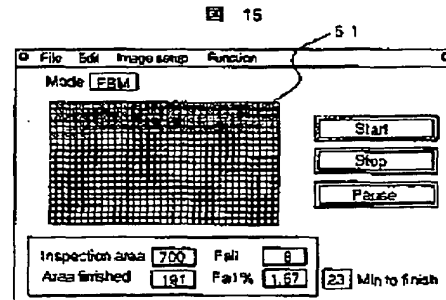
【図6】



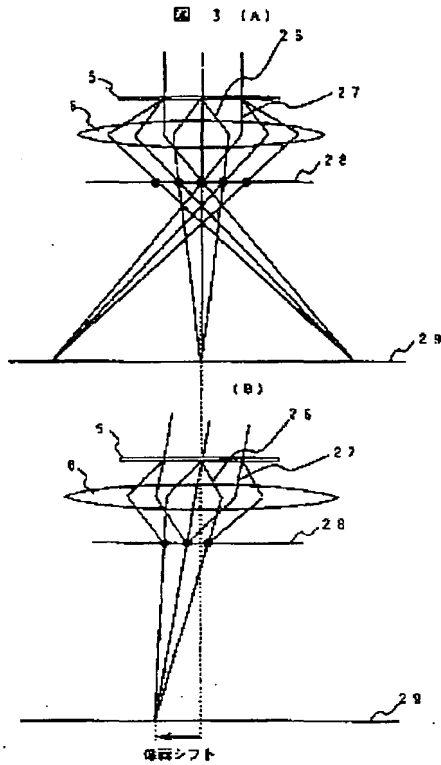
【図7】



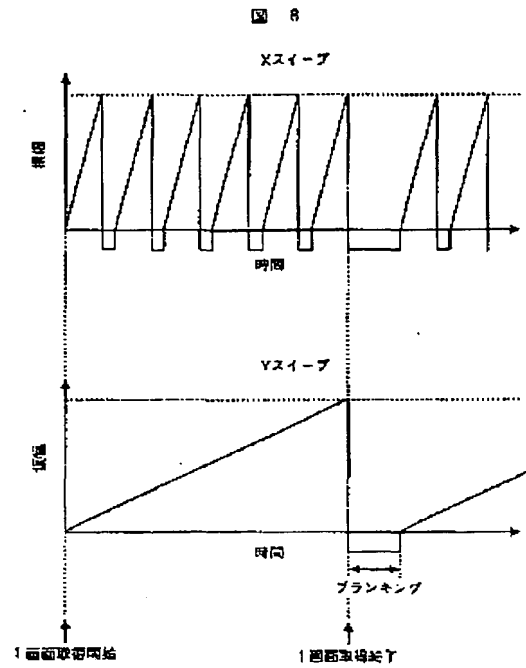
【図15】



【図3】



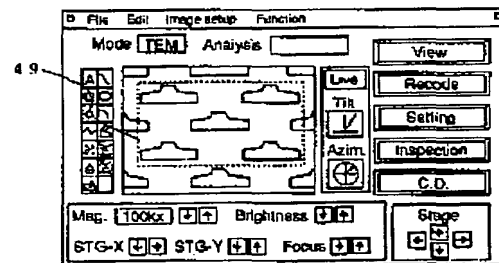
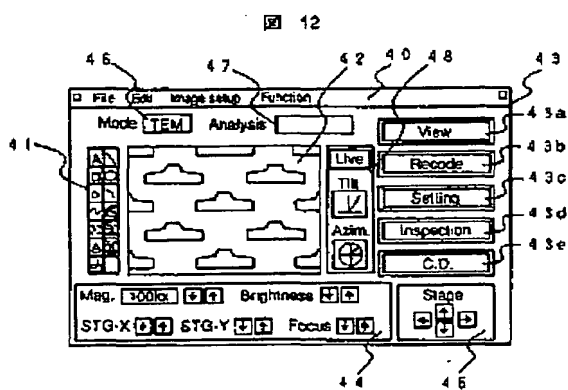
【図8】



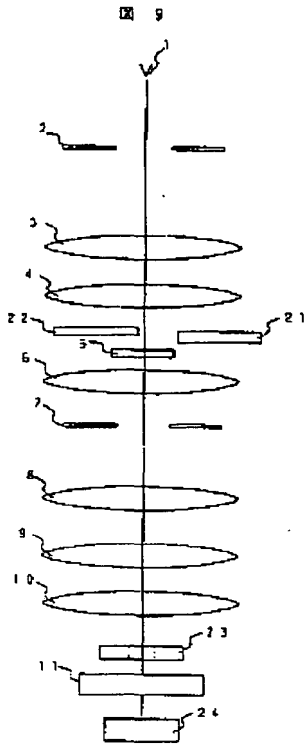
【図13】

図13

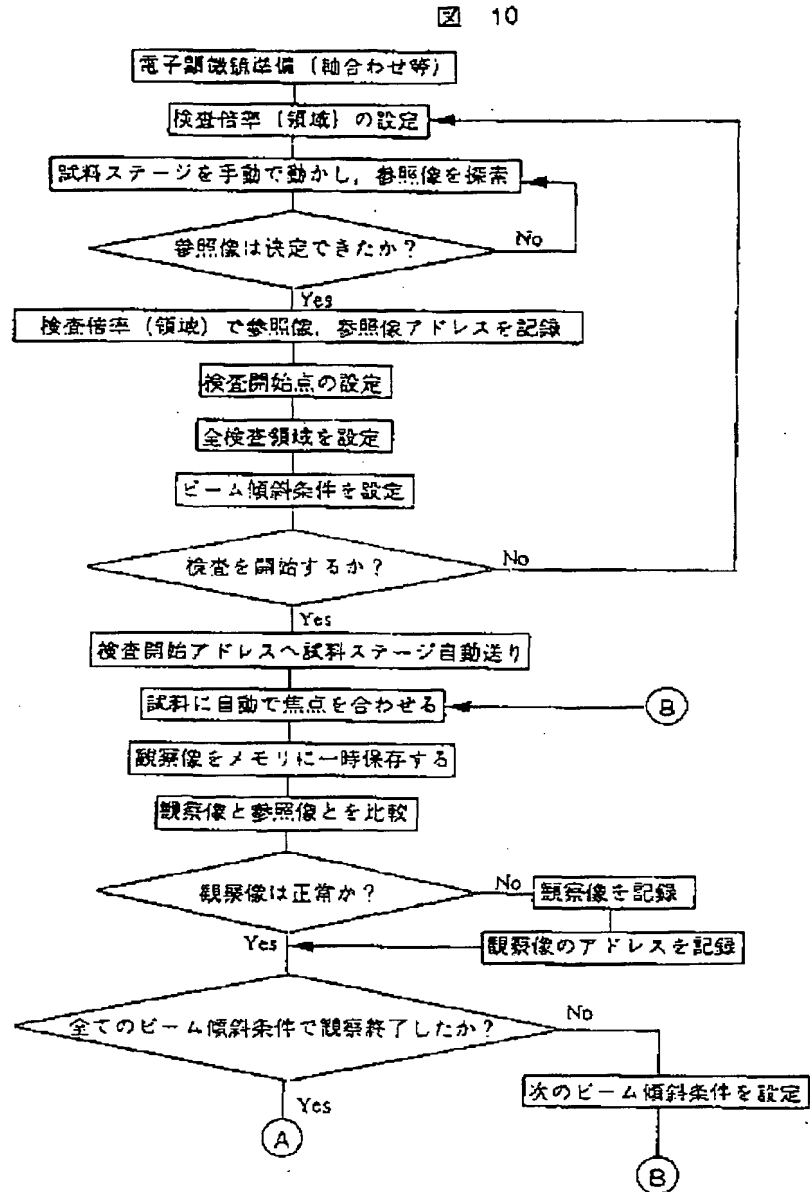
【図12】



【図9】

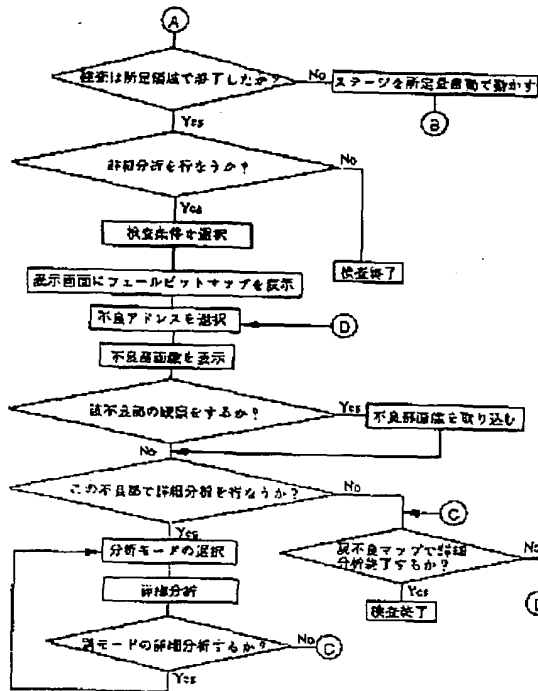


【図10】



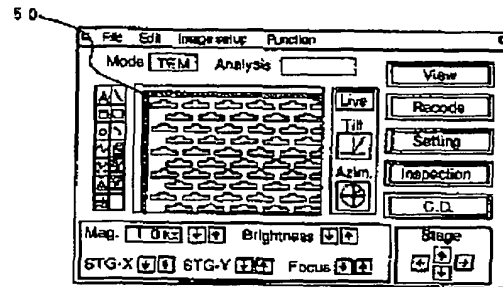
【図11】

図 11



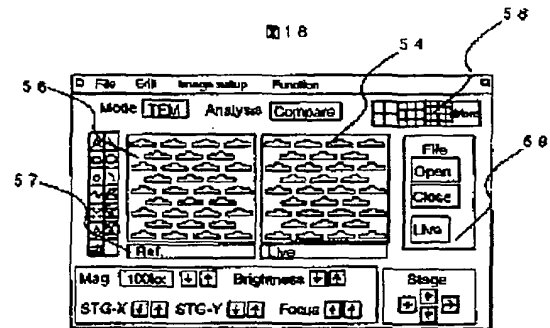
【図14】

図 14



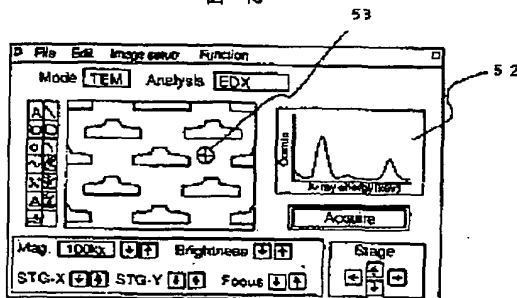
【図18】

図 18



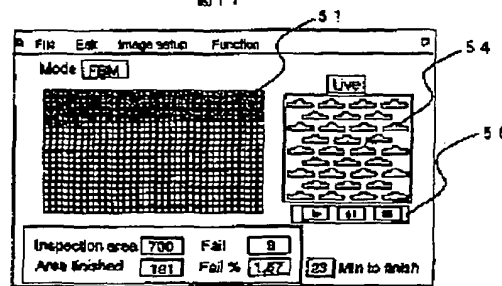
【図16】

図 16

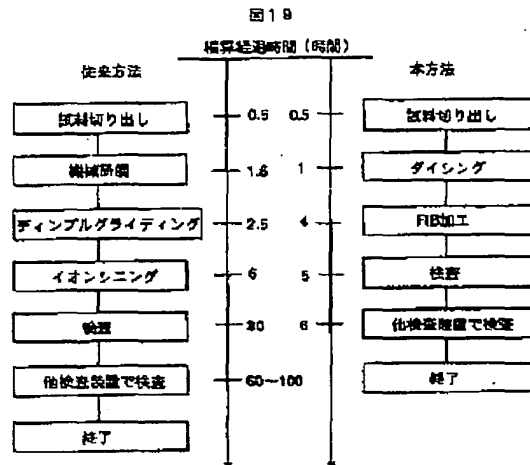


【図17】

図 17



【図19】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G001 AA03 BA11 CA01 CA03 DA09
 FA01 FA06 GA01 GA04 GA06
 GA09 GA13 HA01 HA07 HA13
 JA02 JA03 JA11 JA13 KA03
 LA11 MA05 PA11
 SC033 EE01 EE03 EE06 SS01 SS03
 SS04

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第1区分
 【発行日】平成15年3月14日(2003.3.14)

【公開番号】特開2000-243338(P2000-243338A)
 【公開日】平成12年9月8日(2000.9.8)
 【年通号数】公開特許公報12-2434
 【出願番号】特願平11-43235
 【国際特許分類第7版】

H01J 37/22 501
 G01N 23/04
 23/225
 H01J 37/147
 37/26

【F1】

H01J 37/22 501 A
 G01N 23/04
 23/225
 H01J 37/147 A
 37/26

【手続補正書】

【提出日】平成14年12月5日(2002.12.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与する静電レンズと、試料を保持する試料ステージと、電子線を収束する収束レンズ及び対物レンズと、電子線が試料を透過して得られる透過像を拡大する投影レンズと、拡大された透過像を検出する投影像を検出する投影装置とを備えた透過型電子顕微鏡装置において、電子線が試料上の特定の位置へそれぞれ複数の入射角度で入射するように電子線の入射角度を変更させる偏向コイルと、電子線を入射して得られる透過像を検出する投影装置からの出力に基づいて試料の欠陥を検査する手段とを有することを特徴とする透過型電子顕微鏡装置。

【請求項2】電子線源で発生した電子線に加速電圧を付与するための静電レンズと、試料を保持するための試料ステージと、電子線を収束するための収束レンズ及び対物レンズと、電子線が試料を透過して得られる透過像を拡大する投影レンズと、拡大された透過像を検出する投影装置とを備えた透過型電子顕微鏡装置において、電子線が試料上の特定の位置へそれぞれ複数の入射角度で入射するように電子線の入射角度を変更させる偏向コイルと、電子線をシフトさせるシフトコイルとを有すること

を特徴とする透過型電子顕微鏡装置。

【請求項3】請求項2記載の透過型電子顕微鏡装置において、前記偏向コイルによる電子線の偏向と、前記シフトコイルによる電子線の偏向がリンクするように、偏向コイルとシフトコイルとを駆動させる手段を有することを特徴とする透過型電子顕微鏡装置。

【請求項4】請求項2記載の透過型電子顕微鏡装置において、前記シフトコイルは第1のシフトコイルと第2のシフトコイルとを有することを特徴とする透過型電子顕微鏡装置。

【請求項5】電子線源で発生した電子線を静止レンズによって所定の電圧まで加速し、加速された電子線を収束レンズと対物レンズによって、試料ステージ上に載置された試料に平行に電子線を照射し、偏向コイルによって電子線の試料に対する入射角度を変更し、投影レンズによって試料の透過度を拡大し、画像強度を投影装置によって検出する透過型電子顕微鏡を用いた検査方法において、投影装置によって1画像を取得する第1画像取得工程と、次の1画像を取得する第2の画像取得工程とが有り、且つ、第1画像取得工程と第2画像取得工程との間に、電子線の入射方向の設定を行う工程と、試料の欠陥の有無を検査する工程と、試料ステージを自動移動させる工程とを含むことを特徴とする透過型電子顕微鏡装置。

【請求項6】メモリセルを有する半導体試料の所定の位置に電子線を照射して透過像を取得した後、複数の入射角度で電子線を入射し、透過像を得る工程と、前記透過像を記憶する工程と、前記記憶された透過像のコントラ

ストを比較する工程と、コントラストの異なるものを特定しマップ化する工程と、を含むことを特徴とする半導体試料の検査方法。

【請求項7】請求項6記載の半導体試料の検査方法において、前記マップ化する工程として複数のセルを1単位としてマップ化することを特徴とする半導体試料の検査方法。

【請求項8】メモリセルを有する半導体試料に電子線を照射し得られる電子線像により、前記試料の検査を画面表示する入出力装置において、前記試料に電子線を照射する条件を設定する画面と、試料を透過した透過像を表示する画面と、前記試料の良否を判別し、マップ化して表示する画面とを出力する手段を有することを特徴とする入出力装置。

【請求項9】請求項8記載の入出力装置において、前記試料を透過した透過像を表示する画面と、前記試料の良否を判別しマップ化する画面とを同時に表示する手段を有することを特徴とする入出力装置。

【請求項10】請求項8記載の入出力装置において、前記試料を透過した透過像を表示する画面と、前記透過像画面内の所定セルを指示するポインティングデバイスと、指定されたセルのX線分析状況を示す画面を出力する手段を有することを特徴とする入出力装置。

【請求項11】請求項8記載の入出力装置において、予め電子線を照射して試料を透過した透過像を記録した第1の画面と、電子線を照射しながら試料からの透過像を表示する第2の画面とを並べて表示する手段を有することを特徴とする入出力装置。